



ESCOLA DE COMANDO E ESTADO-MAIOR DA AERONÁUTICA
COORDENADORIA ACADÊMICA
CURSO AVANÇADO DE COMANDO E ESTADO-MAIOR

TONY GLEYDSON BARBOSA COSTA, Ten Cel Av

Realidade Virtual: uma transformação cognitiva no combate aéreo visual

Rio de Janeiro
2021

ESCOLA DE COMANDO E ESTADO-MAIOR DA AERONÁUTICA
COORDENADORIA ACADÊMICA
CURSO AVANÇADO DE COMANDO E ESTADO-MAIOR

TONY GLEYDSON BARBOSA COSTA, Ten Cel Av

Realidade Virtual: uma transformação cognitiva no combate aéreo visual

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Curso Avançado de
Comando e Estado-Maior da Escola de
Comando e Estado-Maior da Aeronáutica.
Linha de Pesquisa: Poder Aeroespacial.
Orientador: Rodrigo Gonçalves Stief.

Rio de Janeiro
2021

RESUMO

A pesquisa objetivou identificar em que medida o tipo de realidade virtual influencia a percepção cognitiva da tomada de decisão dos pilotos de caça do 1º Grupo de Aviação de Caça (1GAVCA), em missões de combate aéreo visual. A metodologia utilizada inicialmente consistiu de pesquisa bibliográfica acerca da realidade virtual, tomada de decisão da primeira opção identificada e neurociência cognitiva. Essa base permitiu a seleção dos tipos de realidade virtual, aplicados em uma pesquisa experimental aos pilotos do 1GAVCA. Em seguida, por meio de um questionário, obteve-se a medida da percepção dos pilotos. A amostra participante atribuiu 95% de confiabilidade com 5% de margem de erro à pesquisa. A análise estatística atribuiu grau de consistência interna do questionário excelente pelo alfa de Cronbach, bem como inferiu que os dados coletados representaram uma amostra de distribuição normal, pelo teste de Shapiro-Wilk, cuja significância foi menor do que 0,001. O tratamento dos dados por meio de *Ranking* Médio e média aritmética permitiu o emprego do teste t-pareado, refutando a hipótese nula com uma significância igual a 0,031. Ao final, aplicou-se os valores obtidos de percepção de cada tipo de realidade virtual em uma escala qualitativa ordinal. A análise concluiu que os tipos de realidade virtual influenciam diferentemente entre si na percepção cognitiva da tomada de decisão dos pilotos de caça do 1GAVCA, em missões de combate aéreo visual. A pesquisa identificou baixa influência cognitiva para projeção em tela e alta para HMD, atingindo-se assim o objetivo da pesquisa.

Palavras-chave: percepção cognitiva; realidade virtual; tomada de decisão.

ABSTRACT

The research aimed to identify the extent to which the type of virtual reality influences the cognitive perception of decision-making of fighter pilots from the 1st Fighter Aviation Group (1GAVCA), in within visual range combat missions. The methodology initially applied consisted of bibliographical research about virtual reality, first identified option decision-making and cognitive neuroscience. This basis allowed the selection of the types of virtual reality, applied in an experimental research to the pilots from 1GAVCA. Then, through a survey, the measurement of the pilots' perception was obtained. The participant sample assigned 95% reliability with a 5% margin of error to the research. The statistical analysis attributed the degree of internal consistency of the survey as excellent by Cronbach's alpha, as well as inferred that the collected data represented a normal distribution sample, by the Shapiro-Wilk test, whose significance was less than 0.001. The treatment of the data by means of Average Ranking and arithmetic mean allowed the use of the t-paired test, refuting the null hypothesis with a significance equal to 0.031. At the end, the values obtained from the perception of each type of virtual reality were applied on an ordinal qualitative scale. The analysis pointed out that the types of virtual reality have different influences in the cognitive perception of the decision-making of 1GAVCA fighter pilots in within visual range combat missions. The research identified low cognitive influence for screen projection and high cognitive influence for HMD, thus reaching the research objective.

Keywords: *cognitive perception; decision-making; virtual reality.*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Escala de influência na percepção.	23
Figura 2 – Piloto durante experimento de realidade virtual.....	29
Figura 3 – Influência do tipo de VR na percepção cognitiva experimentada.	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Confiabilidade do α de Cronbach.....	30
Tabela 2 – Confiabilidade do α de Cronbach por categoria de avaliação.....	30
Tabela 3 – Cálculo de RM das categorias da percepção.....	31
Tabela 4 – <i>Ranking</i> Médio das categorias.....	31

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Categorias e definições do constructo da percepção.	27
Quadro 2 – Dados dos equipamentos empregados na pesquisa.	28

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Gráfico radar das categorias de percepção cognitiva.	32
---	----

LISTA DE DIAGRAMAS

Diagrama 1 – Procedimentos e ferramentas metodológicas.	18
Diagrama 2 – Seleção do tipo de realidade virtual para pesquisa.	25

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

1GAVCA - 1º Grupo de Aviação de Caça

AB - Absorção da imersão

CACEM - Curso Avançado de Comando e Estado-Maior

CAVE - Cave Automatic Virtual Environment - Caverna Digital

FAB - Força Aérea Brasileira

FL - Fluidez da Imersão

H₀ - Hipótese nula

H₁ - Hipótese alternativa

HD - High Definition

HMD - *Helmet Mounted Display* – Tela montada em capacete

IT - Interação

OE - Objetivo Específico

RM - *Ranking* Médio

RMS - Root Mean Square

SA - Satisfação

TDPOI - Teoria da Decisão da Primeira Opção Identificada

TP - Telepresença

VR - *Virtual Reality* - Realidade Virtual

LISTA DE SÍMBOLOS

% - Porcento

MP - Média Ponderada

NS - N° de sujeitos

Fi - Frequência observada de cada resposta para cada item

Vi - Valor de cada resposta

mp4 - *Motion Picture Experts Group - 4*

min - Minuto

s - Segundo

p - Progressivo

pol - Polegada

W - Watts

Gb - Gigabyte

K - Unidades de milhar

dp - Desvio padrão

p - Significância

< - Menor

≤ - Menor ou igual

Δ - Diferença

t - Valor t-pareado

df - Graus de liberdade da curva de distribuição t

\bar{x} - Média da amostra

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 Teoria da Tomada de Decisão da Primeira Opção Identificada	15
2.2 Neurociência Cognitiva	16
3 METODOLOGIA	17
4 APRESENTAÇÃO DOS DADOS E ANÁLISE DOS RESULTADOS	24
4.1 Apresentação dos dados	24
4.1.1 Tipos de realidade virtual	24
4.1.2 A influência cognitiva na tomada de decisão dos pilotos de caça em combate aéreo visual	26
4.1.3 A pesquisa de campo do tipo experimental	27
4.1.4 A pesquisa de campo do tipo questionário	29
4.2 Análise dos resultados	31
5 CONCLUSÃO	33
REFERÊNCIAS	37
APÊNDICE A – Questionário.....	41
APÊNDICE B – Dados coletados da amostra de pesquisa.	45
ANEXO A – Constructo original do questionário de Mütterlein.....	46

1 INTRODUÇÃO

Na guerra, o soldado experiente reagirá mais ou menos da mesma maneira que o olho humano reage no escuro: a pupila dilata-se para deixar passar toda a pouca luz existente, discernindo os objetos gradativamente e, finalmente, vendo-os nitidamente. O novato, ao contrário, vê-se mergulhado na noite mais profunda. (CLAUSEWITZ, 1984, p. 134).

A importância da experiência, apresentada acima por Clausewitz (1984), também é percebida por diversas forças armadas pelo mundo. A busca pelo incremento da experiência de seus militares por meio de treinamento torna-se fator catalisador para se reduzir os efeitos da fricção em combate.

Nesse compasso, a Força Aérea Brasileira (FAB) participou da Operação *Red Flag* em 2008. Essa operação ocorre anualmente e consiste em promover a experiência das dez primeiras missões de combate aos pilotos, inserindo-os em um cenário de coalizão mais próximo de um conflito real, de modo a aumentar substancialmente a sua capacidade de sobrevivência (EUA, 2012).

Este pesquisador observou, à época, que o treinador da aeronave F-5M não foi suficientemente eficiente para reproduzir a dinâmica dos voos de combate durante a preparação prévia dos pilotos. A sua utilização ficou restrita ao treinamento básico de entrada e saída da área de treinamento e de mecanização dos procedimentos de uso de armamento aéreo.

Essa característica de restrição no treinamento em missões de combate aéreo também foi identificada na formação dos pilotos de caça da FAB, no 2º Esquadrão do 5º Grupo de Aviação (2GAV5). Borges (2016) apontou a existência de capacidades e habilidades dos pilotos formados no 2GAV5 relativas ao combate aéreo aquém do desejável e que requereriam ação urgente e de melhoramento.

Tanto a restrição observada no treinamento para a *Red Flag* quanto as lacunas apontadas por Borges (2016) em assuntos relacionados ao combate aéreo no A-29 sinalizam deficiências no desempenho do domínio do ar. O voo de combate aéreo exige relevante grau de imersão em seu treinamento para prover alterações cognitivas suficientemente efetivas ao preparo do piloto e emprego da aeronave como plataforma d'armas.

A Realidade Virtual (*Virtual Reality* – VR) tem sido tema de estudo cada vez mais frequente em pesquisas científicas em virtude de sua influência cognitiva advinda da imersão sensorial nesse ambiente. Apesar disso, o tema ainda é pouco explorado na FAB. O primeiro ambiente de realidade virtual de elevado grau de imersão relativo

à atividade aérea será implantado pela Academia da Força Aérea, com previsão de término para o final de 2021 e de início de utilização em 2022.

Com esse prisma, e de acordo com o apresentado na contextualização, este trabalho buscou abordar, como tema da pesquisa, a realidade virtual e a sua influência na tomada de decisão em missões de combate Aéreo.

A reflexão trazida por esse tema gerou uma inquietação neste pesquisador de forma a direcioná-lo ao seguinte problema: em que medida o tipo de realidade virtual exerce influência cognitiva na tomada de decisão dos pilotos do 1º Grupo de Aviação de Caça (1GAVCA), em missões de combate aéreo visual?

Inicialmente, duas hipóteses foram elaboradas:

- a) hipótese nula (H_0) – não existe diferença significativa de influência entre os tipos de realidade virtual na percepção cognitiva na tomada de decisão dos pilotos do 1GAVCA, em missões de combate aéreo visual;
- b) hipótese alternativa (H_1) – existe diferença significativa de influência entre os tipos de realidade virtual na percepção cognitiva na tomada de decisão dos pilotos do 1GAVCA, em missões de combate aéreo visual.

A análise dessas hipóteses contribuiu para a consecução do objetivo geral da pesquisa, o qual consiste em identificar em que medida o tipo de realidade virtual influencia a percepção cognitiva na tomada de decisão dos pilotos do 1GAVCA, em missões de combate aéreo visual. O desmembramento do objetivo geral em objetivos específicos (diagrama 1) direcionou a condução das atividades de modo a alcançá-lo.

A pesquisa considerou diversos elementos que a tornaram significativamente justificável. Dag Henriksen (Olsen, 2018, p. 83, tradução nossa) ressalta que “a garantia e a manutenção do controle do ar tem se tornado a razão de ser de qualquer força aérea competente”. O combate aéreo é um dos pilares que sustentam a competência inerente ao controle do ar e está diretamente relacionado à missão síntese da FAB: “Manter a soberania do espaço aéreo brasileiro [...]” (BRASIL, 2018, p. 11).

Além disso, identificou-se o direto alinhamento deste estudo com o que prevê o Plano Estratégico Militar Aeronáutico 2018-2027, em seu Objetivo Estratégico M180200: “Ampliar a prontidão operacional dos Meios de Força Aérea voltados para o emprego [...]. Este objetivo engloba três áreas distintas: **preparo operacional das**

tripulações, disponibilidade dos meios aéreos e armamento aéreo.” (BRASIL, 2018, p. 21, grifo nosso).

Nesse sentido, presume-se que o resultado obtido por esta pesquisa poderá servir de subsídios para futuras buscas de inovação do preparo no poder aeroespacial, propiciando ajustes nos processos de formação dos novos pilotos de caça, bem como na formação dos pilotos das demais aviações. Adicionalmente, há possibilidade de economia de custos envolvidos na formação, incrementando a eficiência no uso dos recursos públicos alocados a todo o Comando da Aeronáutica.

Por fim, os conhecimentos decorrentes deste trabalho também poderão ser aplicados não somente ao preparo operacional das tripulações, mas a qualquer processo de aprendizagem técnica ou especializada em todas as organizações da Força Aérea Brasileira.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo buscou retratar um fenômeno intrigante que ocorre no processo decisório do piloto de caça em um voo de combate aéreo visual: a intuição. O entendimento adequado da intuição como fenômeno aplicada à luz da Teoria da Tomada de Decisão da Primeira Opção Identificada (TDPOI) foi suficientemente oportuno no sentido de que esse fenômeno pode ser potencializado por meio do treinamento. Além disso, buscou-se compreender também como a Neurociência Cognitiva reconhece a intuição e como essa percepção pode balizar o treinamento dos pilotos de caça em missão de combate aéreo visual. A TDPOI e a Neurociência Cognitiva foram fundamentais na construção e na relação das variáveis da pesquisa.

2.1 Teoria da Tomada de Decisão da Primeira Opção Identificada

O combate aéreo é dinâmico e caracteriza-se pela constante necessidade de tomada de decisão, muitas vezes, em frações de segundo. O piloto é submetido a uma condição de estresse elevado, uma vez que sua vida ou de outros componentes estão em jogo. Nesse tipo de combate, a experiência é fundamental para se aumentar a probabilidade de sucesso na missão.

Foi nesse prisma que a Teoria de Tomada de Decisão da Primeira Opção Identificada veio a contribuir na fundamentação teórica desse artigo. Essa teoria

considera a limitação decisória devido à influência da pressão do tempo como fonte de estresse. Desse modo, o fator tempo é uma variável influente na tomada de decisão, dificultando o uso dos modelos tradicionais pela busca da melhor opção (KLEIN, 1998).

É nesse sentido que a TDPOI se encontra em simbiose com a pesquisa, uma vez que o combate aéreo visual representa um duelo entre oponentes, cuja fração do tempo perdida em um momento decisório crucial poderá ter efeito catastrófico no resultado final.

Dessa forma, a tomada de decisão no combate aéreo visual deve ser imediata por não haver oportunidade de reunir todas as informações necessárias; a pressão provocada pelo tempo não permite ser possível optar pela melhor opção, mas sim a imediata e mais plausível baseada nas informações disponíveis. É nesse momento que, de acordo com a teoria, a intuição treinada poderá aumentar a assertividade das decisões adotadas.

O entendimento do combate aéreo visual como um cenário submetido à condicionante do tempo em seu ciclo decisório, aos olhos da TDPOI, permitiu entender que a intuição exerce força preponderante nos processos cognitivos, de tal forma que o seu fortalecimento por meio do treinamento pode melhorar as respostas aos estímulos do combate aéreo.

Em se tratando de intuição, a Neurociência Cognitiva é capaz de explicar como o fenômeno intuição ocorre e quais fatores podem influenciar esse processamento preditivo da decisão no combate aéreo visual.

2.2 Neurociência Cognitiva

A Neurociência Cognitiva é o ramo da Neurociência que trata da aprendizagem, linguagem e comportamento do ser humano por meio dos processos cognitivos que ocorrem no cérebro, permitindo a capacidade de relacionar informações oriundas dos sentidos à memória pela percepção (SANTOS, 2018).

Seguindo esse prisma, o combate aéreo ocorre em um cenário completamente dinâmico, em que o piloto necessita ter capacidade de observar as manobras do oponente e tomar decisões de forma rápida e eficiente para a própria sobrevivência (BRIAN, [1999]). É nesse cenário em que o piloto necessita fortalecer sua percepção que a intuição se torna um poderoso instrumento se previamente treinada e

fortalecida.

De acordo com a neurocientista Mulukom (2018), a intuição é o resultado de inúmeros processamentos que ocorrem no cérebro envolvendo comparações entre os componentes de informação sensorial, de experiências atuais, de conhecimento depositado e de memórias de experiências passadas. Esses processamentos promovem a criação de uma estrutura de processamento preditivo. O resultado, todavia, ocorre de forma automática e subconsciente, sem passar pelo raciocínio.

Como visto acima, a memorização é um fator contribuinte para construção robusta da intuição, pois sem ela, os componentes do processamento citados não teriam resultados satisfatórios.

A Neurociência Cognitiva entende que essa memorização passa por três etapas: a codificação, que é a captação da informação por meio do sistema sensorial; o armazenamento, que é a capacidade de retenção da informação; e a recuperação, que é a capacidade de acesso e uso da memória (FIORI, 2008; FAVRE, 2010 apud BRANQUINHO-SILVA, 2016).

O combate aéreo visual sofre completa influência da percepção obtida por meio dos sistemas sensoriais, pois esses sistemas são a porta de entrada das informações processadas para armazenamento e recuperação, seja de forma consciente ou não consciente. A composição desses sistemas sensoriais se dá pela visão, pela audição, pelo tato, pelo olfato e pelo paladar.

Os referenciais teóricos da Teoria TDPOI e da Neurociência Cognitiva não só se complementaram, como também fundamentaram a condução das atividades a serem adotadas nesta pesquisa.

3 METODOLOGIA

A condução inicial do trabalho deu-se por meio de uma pesquisa bibliográfica sobre realidade virtual, tomada de decisão, características de voo de combate e neurociência cognitiva. O aprofundamento nesses assuntos foi fundamental para a definição das variáveis aplicadas ao estudo. Essas variáveis foram posteriormente verificadas por meio de pesquisa experimental e de campo. A relação existente entre as variáveis foi obtida com a análise dos dados obtidos, atingindo-se assim o objetivo.

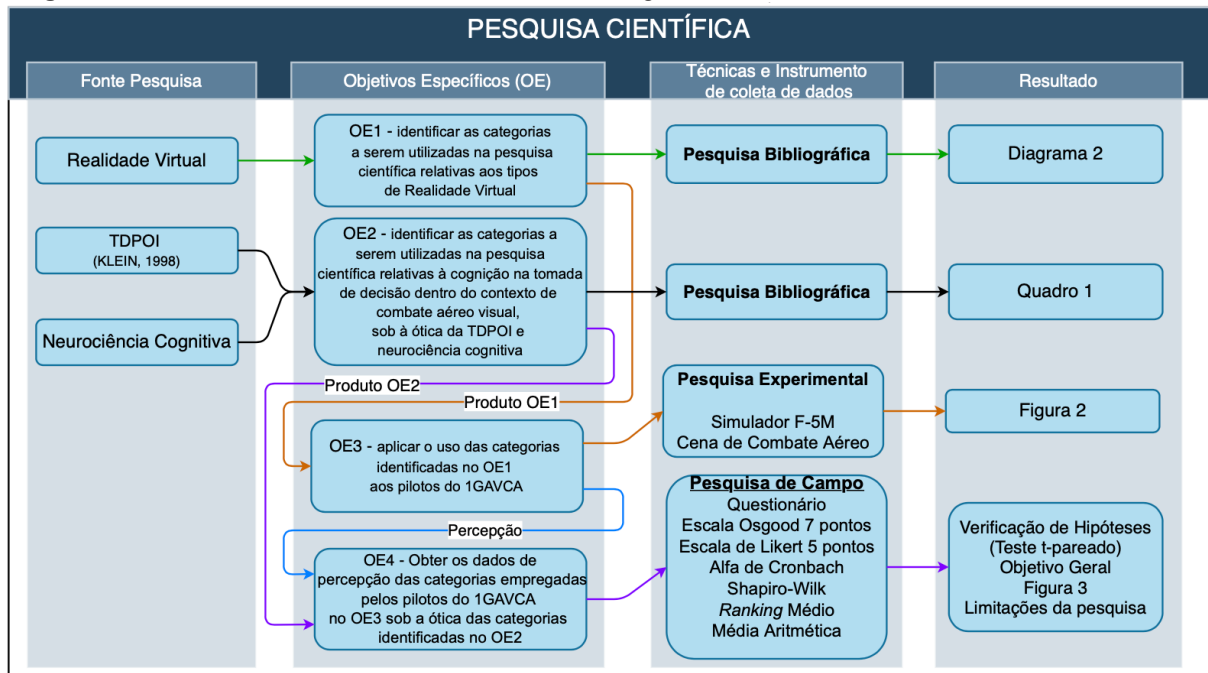
O balizamento teórico propiciado pela TDPOI e pela Neurociência Cognitiva permitiu compreender o fenômeno da intuição e seus aspectos relacionados à

percepção cognitiva para o fortalecimento desse fenômeno.

Nesse contexto, o trabalho proposto por este pesquisador foi qualificado quanto ao objetivo geral como pesquisa descritiva (GIL, 2002), pois buscou estabelecer relações entre a variável independente “tipo de realidade virtual” e a variável dependente “percepção cognitiva da tomada de decisão dos pilotos de caça do 1GAVCA, em missões de combate aéreo visual”.

A variável independente foi classificada como variável qualitativa nominal, enquanto que a variável dependente foi classificada como variável qualitativa ordinal. A relação entre as variáveis foi obtida por meio de comparação. Em seguida, formularam-se os objetivos específicos com vistas a dar uma cadência e direcionamento na execução das atividades, conforme apresentado no diagrama 1.

Diagrama 1 – Procedimentos e ferramentas metodológicas.



Fonte: O autor.

A organização dos dados deu-se por meio de tabulações, utilizando-se o aplicativo Microsoft Excel para Mac (versão 16.50), enquanto que as análises estatísticas foram realizadas pelo aplicativo gratuito Jamovi (versão 1.8.1.0).

Para o cumprimento do objetivo específico um, foi desenvolvida uma pesquisa bibliográfica acerca da realidade virtual. Fatores intervenientes de tempo para o desenvolvimento das atividades do trabalho e equipamentos disponíveis ao pesquisador também foram considerados para a definição dessas categorias. Esse objetivo foi alcançado por meio da definição de dois tipos de realidade virtual para a pesquisa: projeção em tela e tela montada em capacete (*Helmet Mounted Display* -

HMD), conforme apresentado no diagrama 2, na subseção de apresentação dos dados.

Para o cumprimento do objetivo específico dois, foi desenvolvida uma pesquisa bibliográfica acerca dos referenciais teóricos, com foco no contexto de combate aéreo visual.

De acordo com a neurociência, o nosso cérebro sabe mais do que nós acreditamos, sendo a intuição o ponto chave do sucesso em um processo decisório (LEHRER, 2009 apud ANDRIOTTI, 2009). A intuição fortalece a tomada de decisão em condições de estresse, não sendo possível realizar o ciclo decisório racional (KLEIN, 1998). Fatores como limitação do tempo remonta à necessidade de se utilizar o nível mais inconsciente do pensamento. A intuição é a ponte que conecta as experiências localizadas no subconsciente à mente (GIGERENZER, 2007; GIGERENZER; GOLDSTEIN, 1996 apud ANDRIOTTI, 2009).

No combate aéreo visual, as abordagens teóricas relatadas acima fazem-se plausíveis e presentes. Alinhado com essa abordagem, Pohlenz (2013, p. 105) comenta que “os órgãos dos sentidos são as portas de entrada destas infinitas informações”.

Mütterlein (2018) apresenta evidências de que há relação de influência existente entre algumas características que compõem o mundo da realidade virtual e a percepção cognitiva. Dessa forma, essas características tornaram-se o parâmetro para a pesquisa, em consonância com os referenciais apresentados. Assim, o objetivo foi alcançado por meio da definição das seguintes categorias de percepção: telepresença (TP), fluidez da imersão (FL), absorção da imersão (AB), interação (IT) e satisfação (SA), cujo detalhamento encontra-se no quadro 1, da subseção de apresentação dos dados.

Para o cumprimento do objetivo específico três, as categorias identificadas pelo OE1 compuseram uma pesquisa de campo do tipo experimental (LAKATOS; MARCONI, 2003). Optou-se por essa ferramenta em virtude da principal vantagem afirmada por Gil (2002, p. 47): “o experimento representa o melhor exemplo de pesquisa científica”.

Para isso, foi realizada uma coleta de vídeo de um engajamento de voo de combate visual por meio de uma câmera de vídeo 360 graus. Adotou-se a nacele do treinador de voo do F-5M, localizado na ALA 12, em Santa Cruz-RJ, para que o piloto fosse submetido aos dois tipos de realidade virtual no mesmo ambiente de

experimento. Esse experimento permitiu a aplicação do piloto aos estímulos sensoriais explorados em missão de combate, com ênfase no visual.

É importante ressaltar que, a todo momento, novas técnicas na área de neurociência surgem a fim de provocar um tipo de reprogramação mental capaz de potencializar a transformação da realidade subjetiva o mais semelhante possível da realidade objetiva (HOSPITAL SANTA MÔNICA, 2019).

Inicialmente, já na nacele do simulador, o piloto visualizava a cena de combate por meio de projeção em tela, a sua frente. Em seguida, o mesmo piloto era submetido ao mesmo vídeo, agora com a utilização do HMD. Os equipamentos utilizados estão descritos no quadro 2, da subseção de apresentação dos dados.

A realização do experimento foi concluída, cumprindo-se assim o objetivo específico em tela e desenvolvendo subsídios suficientes para seguir com a etapa seguinte.

Para o objetivo específico quatro, utilizou-se a pesquisa de campo, por meio de questionário, abordando as características identificadas pelo OE2 para fins de coleta de dados em escala numérica. Essa pesquisa foi selecionada com base na essência da neurociência cognitiva, que visa a entender a percepção das experiências que as pessoas são submetidas pelos cinco sentidos, cujo processamento no cérebro é capaz de transformar essa mesma percepção em conhecimento (HOSPITAL SANTA MÔNICA, 2019).

A população definida para o experimento foi constituída pelos pilotos do quadro de tripulante do 1º Grupo de Aviação de Caça no ano de 2021. A amostra buscou os parâmetros mínimos de 90% de grau de confiança e margem de erro de 5%. A amostra foi do tipo pareada, uma vez que os mesmos pilotos foram submetidos à exposição das diferentes categorias que compõem a realidade virtual.

O instrumento de pesquisa utilizado teve origem no questionário publicado por Mütterlein (2018, p. 1410), em língua inglesa, apresentado durante a *51st Hawaii International Conference on System Sciences*. Os tópicos originais estão dispostos no anexo A.

Para que fosse possível aplicar esse questionário, o presente pesquisador efetuou adaptações no sequenciamento das questões, bem como converteu a taxonomia da língua inglesa para a portuguesa, adequando-o melhor a esta pesquisa. A estruturação deu-se por meio do aplicativo de pesquisa *online 2021 QuestionPro Survey Software*, e a aplicação da pesquisa ocorreu imediatamente após a

experiência realizada nos dois tipos de ambiente virtual pelos pilotos.

A realização de um pré-teste a fim de avaliar possíveis dúvidas geradas pelos enunciados, correção de ideias ou estruturas foi fundamental para a adequação final. O pré-teste foi aplicado em uma amostra de cinco pilotos de F-5M que se encontravam no Curso Avançado de Comando e Estado-Maior 2021.

A escolha dessa amostragem para o pré-teste deu-se pelo fato de os pilotos apresentarem as mesmas características da população que seria avaliada em termo de competência na aeronave, familiarização com o simulador de voo e experiência em voos de combate aéreo visual. A escolha seguiu o proposto por Gil (2002), pelo fato de os pilotos envolvidos terem características típicas ao universo pesquisado e que aceitam dedicação de mais tempo para verificação, além da proximidade com o pesquisador.

O questionário foi composto de enunciados diretos, exigindo seleção entre múltiplas escolhas, e alternativas dentro das quais apenas uma poderia ser selecionada. As questões foram distribuídas de forma dispersa de tal maneira que a possibilidade de “contágio” pudesse ser reduzida ou evitada (LAKATOS; MARCONI, 2003), diferentemente do questionário original.

A Escala Diferencial Semântica do tipo Osgood foi aplicada, sendo bipolar de sete pontos para as questões relativas à TP, FL, AB e IT. Adotou-se como extremos dessa escala o parecer “discordo” e o “concordo”. Já para as questões de SA, utilizou-se a escala de Likert de cinco pontos, abordando os sentimentos de satisfação, contentamento e realização. A escala para esse quesito foi reduzida para cinco pontos com o propósito de se mitigar a tendência central, evitando a fuga dos extremos devido à força do advérbio utilizado (p. ex., extremamente). Rocha e Christensen (1997 apud Borges, 2016) defendem que se deve buscar a utilização de escalas que variam entre quatro e dez pontos.

As escalas foram construídas de forma que o extremo inferior denotasse a mais baixa percepção naquele quesito e a escala superior, a mais alta percepção. Ao final, o questionário foi submetido à análise estatística de alfa (α) de Cronbach para fins de verificação de sua consistência interna, uma vez que sofreu alterações de seu correspondente original. Essa análise é um “instrumento de medida comumente utilizado para avaliação da consistência interna dos questionários para um conjunto de dois ou mais constructos”. (BLAND; ALTMAN, 1997 apud BORGES, 2016, p. 13).

O questionário foi composto por dezesseis questões, abrangendo as categorias

identificadas no OE2. Sua estrutura se deu conforme os itens abaixo e encontra-se no apêndice A:

- a) telepresença: questões 1, 6, 11 e 15, denominadas TP1, TP2, TP3 e TP4, respectivamente;
- b) fluidez da imersão: questões 2, 7 e 12, denominadas FL1, FL2 e FL3, respectivamente;
- c) absorção da imersão: questões 3, 8 e 13, denominadas AB1, AB2 e AB3, respectivamente;
- d) interação: 4, 9 e 14, denominadas IT1, IT2 e IT3, respectivamente;
- e) satisfação: 5, 10 e 16, denominadas SA1, SA2 e SA3, respectivamente.

Com os dados obtidos, verificou-se o tipo de distribuição da amostra por meio da análise descritiva de normalidade. Empregou-se o teste de Shapiro-Wilk, permitindo inferir que a distribuição apresentava distribuição normal. Esse teste de normalidade seguiu conforme proposto por (A ESCOLHA..., 2020) para pesquisas com pequenas amostras.

Em seguida, seguiu-se com o tratamento dos dados coletados no quarto objetivo específico, preparando-os para a análise final. Aplicou-se o *Ranking* Médio (RM) nas escalas de Osgood e Likert nas categorias de percepção, conforme proposto por Oliveira (2005 apud Severo, 2014), cuja fórmula segue-se abaixo:

$$\sum (MP \div NS) \quad (1)$$

MP – Média Ponderada (MP=Fi x Vi).

Fi – Frequência observada de cada resposta para cada item.

Vi – Valor de cada resposta.

NS – N° de sujeitos.

Após, realizou-se o cálculo proporcional da escala de SA de cinco para sete pontos, ajustando-se às demais categorias. Adotou-se a escala de cinco pontos para a categoria SA a fim de se evitar a fuga aos extremos pela força de adjetivação por parte do piloto. A proporção permitiu o equilíbrio exigido pelo teste que foi utilizado para se verificar as hipóteses.

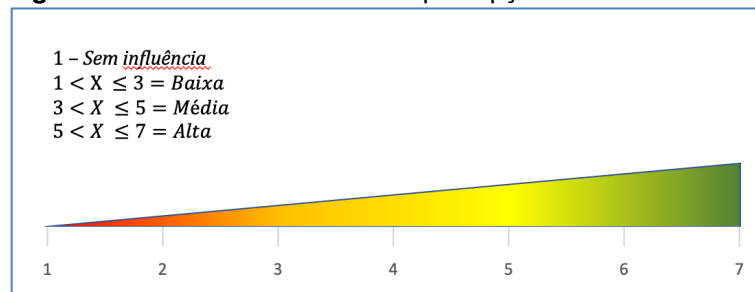
Com o cumprimento de todos os objetivos específicos, foi possível dar seguimento à análise final para se atingir o proposto pelo objetivo geral: identificar em

que medida o tipo de realidade virtual influencia a percepção cognitiva na tomada de decisão dos pilotos do 1º Grupo de Aviação de Caça, em missões de combate aéreo visual.

A verificação de hipóteses deu-se pelo uso do teste t-pareado. A escolha dessa ferramenta estatística foi possível após a identificação de algumas características da pesquisa: variável independente qualitativa nominal dividida em dois grupos, amostra do tipo pareada e variável dependente qualitativa ordinal. De acordo com (A ESCOLHA..., 2020), o teste t-pareado constitui-se como a ferramenta ideal para esta análise, também corroborado por Da Silva (2020) como o melhor teste para comparação de médias, conforme as características apresentadas.

Considerando a amostra de distribuição normal, já identificada anteriormente, calculou-se a média aritmética das categorias que compunham a percepção, chegando-se ao seu valor final. Este dado foi utilizado para se determinar o enquadramento do tipo de VR em uma escala qualitativa ordinal. A escala da medida de percepção foi definida pelo estabelecimento de intervalo, com variação entre um e sete, dividida conforme figura 1.

Figura 1 – Escala de influência na percepção.



Fonte: O autor.

O objetivo geral da pesquisa foi alcançado por meio da observação qualitativa-quantitativa identificada no procedimento acima descrito, conforme apresentado na figura 3, da subseção de análise dos resultados.

Dessa forma, verificou-se que os tipos de realidade virtual influenciam diferentemente entre si na percepção cognitiva da tomada de decisão dos pilotos de caça do 1GAVCA, em missões de combate aéreo visual. A pesquisa apontou, como resultado da análise, a existência de baixa influência cognitiva para projeção em tela e de alta para HMD, atingindo-se assim o objetivo da pesquisa.

É interessante salientar que a pesquisa identificou algumas limitações na sua condução. Durante o experimento, este pesquisador observou que alguns pilotos com experiências diferentes na aeronave tiveram comportamentos também diferenciados,

como na utilização dos comandos e exploração do ambiente 360 graus, por exemplo. Devido a isso, indícios de que o nível de experiência pode ter relação com o comportamento na interação do ambiente virtual fez-se presente, o que não foi considerado na pesquisa. Além disso, devido à restrição de equipamentos disponíveis, adotou-se que os sentidos explorados não possuíam relação de superioridade entre si, considerando-se todos os cinco sentidos no mesmo nível de equivalência. É possível que a interferência em outros sentidos possa afetar a percepção realizada na pesquisa, uma vez que a visão foi o sentido mais explorado.

4 APRESENTAÇÃO DOS DADOS E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com base nas proposições observadas nos referenciais teóricos e na metodologia estruturada para o trabalho, foi possível seguir na pesquisa com a análise dos dados obtidos e o estabelecimento da medida de influência em que o tipo de realidade virtual exerce na percepção cognitiva na tomada de decisão dos pilotos do 1GAVCA, em missões de combate aéreo visual.

4.1 Apresentação dos dados

4.1.1 Tipos de realidade virtual

A pesquisa bibliográfica sobre esse tema buscou inicialmente entender os conceitos básicos existentes que pudessem ser aplicados ao estudo corrente. Nesse sentido, fez-se importante definir o conceito de realidade virtual abordado, a fim de que não houvesse confusão de entendimento. Assim, entende-se por VR o conceito descrito a seguir:

[...] como sendo um conjunto de tecnologias computadorizadas que, quando combinadas, estabelecem uma relação com o mundo gerado por computador de tal forma convincente que o utilizador considera que está realmente num ambiente tridimensional. (SEABRA; SANTOS, 2005 apud MONTEIRO; RIBEIRO, 2015, p. 141).

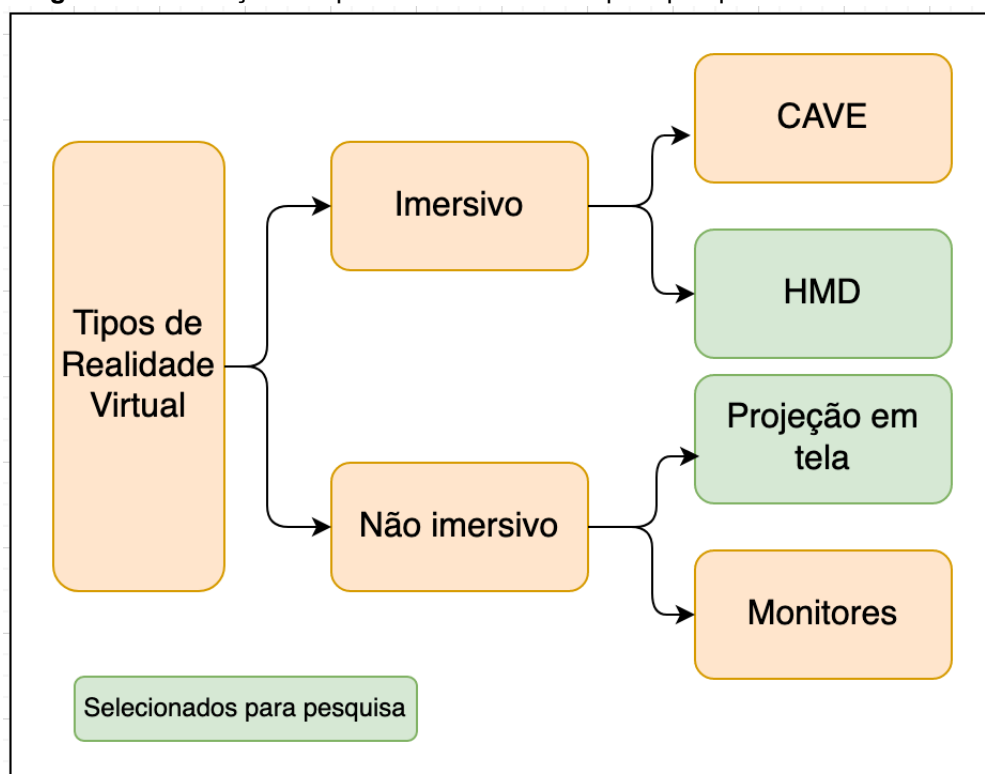
Considerando-se que a realidade virtual tem por condicionante a tecnologia, os tipos de VR também são caracterizados por seus componentes de *hardware* e *software*. Kirner e Tori (2006) acrescentam que, em função da sensação de presença a que o usuário é submetido, a realidade virtual pode ser dividida em imersiva e não imersiva. A VR é considerada imersiva quando há predominância do ambiente virtual,

com elevada sensação de presença. A VR é considerada não imersiva, quando o usuário é submetido parcialmente a esse ambiente virtual, podendo sofrer ainda influência do ambiente real.

Com base na visualização do mundo real, a realidade virtual imersiva pode ser composta por telas montadas em capacetes (*Helmet Mounted Display – HMD*) ou por Caverna Digital (*Cave Automatic Virtual Environment – CAVE*). Neste, o ambiente é projetado nas paredes, teto e piso, formando um cubo, enquanto que naquele, o ambiente é apresentado em telas no próprio capacete. Já a realidade não imersiva ocorre basicamente por meio de apresentação em monitores ou projeções em tela, normalmente colocadas à frente do usuário (KIRNER; TORI, 2006).

Nas possibilidades existentes apresentadas acima, este pesquisador definiu a adoção de um modelo de realidade virtual não imersivo e de um modelo de realidade virtual imersivo para a pesquisa, consideradas as facilidades de recursos materiais disponíveis ao pesquisador e a limitação de tempo disponível para a pesquisa. Assim, foram estabelecidos os tipos de VR apresentados no diagrama 2.

Diagrama 2 – Seleção do tipo de realidade virtual para pesquisa.



Fonte: O autor.

A seleção dos dois tipos de realidade virtual derivados da pesquisa bibliográfica fez com que se alcançasse o primeiro objetivo específico, contribuindo para a consecução da pesquisa experimental.

4.1.2 A influência cognitiva na tomada de decisão dos pilotos de caça em combate aéreo visual

Durante um engajamento de combate aéreo visual, o objetivo do piloto é de manobrar sua aeronave de tal forma que possa se colocar em uma posição privilegiada de emprego de armamento antes do seu oponente (BRIAN,[1999]). Enquanto o caça ofensivo tenta realizar essa manobra, o caça defensivo procura impedir ou reverter essa situação. Inicia-se um duelo tridimensional, em que a análise do cenário ocorre em frações de segundos, e a tomada de decisão ocorre, muitas vezes, sob forte condição de estresse ocasionado pela pressão do tempo. Pensar demais poderá acarretar na perda do combate.

A prática para esse tipo de missão exige muito treinamento e experiência. Mulukom (2018) afirma que a construção de uma estrutura de processamento preditivo permite que o cérebro esteja constantemente se preparando para interpretar as situações a que estamos expostos e enfrentá-las da melhor forma possível. Isso se deve pelo motivo de o cérebro estar constantemente comparando as informações sensoriais e as experiências atuais com as memórias passadas e o conhecimento depositado. Quando há uma incompatibilidade nessa estrutura, o cérebro encarrega-se de realizar uma atualização nesse modelo cognitivo.

Pausch et al. (1997 apud Cardoso e Júnior, 2006) comentam que o uso do VR melhora a busca sistemática de informações em seus usuários. Isso ocorre pelo fato de as cenas observadas ao redor do usuário ampliarem o escopo identificado.

Dessa forma, a Neurociência Cognitiva entende que os conjuntos de informações sensoriais, experiências atuais, o conhecimento depositado e as memórias passadas contribuem para um processamento preditivo capaz de reconhecer a intuição como um processo cognitivo não consciente e treinável (BRANQUINHO-SILVA, 2021).

Alinhado com o exposto, Mütterlein (2018) afirma que a percepção promovida pela experiência da VR sofre influência de alguns atributos, definidos como telepresença, imersão (fluidez e absorção) e interação, além de exercer relação com o sentimento de satisfação do usuário. Ele ainda complementa reportando que a satisfação também pode ser influenciada pela correlação dos constructos mencionados.

Essa observação é pertinente quando Gonçalves et al. (2019) ressaltam a

existência de possibilidade de dificuldades na aprendizagem apresentada por ambientes desfavoráveis resultantes de poucos estímulos oferecidos, mesmo em cérebros de pessoas consideradas normais. Entende-se assim que a indução afetiva também é um fator interveniente no processo cognitivo atuante na percepção, como componente do treinamento da intuição.

Pohlenz (2013, p. 105) afirma que “o extraordinário potencial está em processar as informações advindas do meio pelos sentidos, sendo absorvidas pela percepção e reproduzidas nas emoções e sensações no nosso organismo”.

A fundamentação teórica acima levou este pesquisador a abordar a análise da percepção cognitiva, dentro do contexto de combate visual, em que a intuição é um forte aliado nas tomadas de decisão, por meio das categorias definidas no quadro 1. Essas categorias definem as conexões existentes entre o estímulo sensorial do mundo virtual e a maneira que o cérebro recebe essas informações.

Quadro 1 – Categorias e definições do constructo da percepção.

CATEGORIAS		CONCEITOS	
PERCEPÇÃO	TELEPRESENÇA	É a sensação de pertencimento a um ambiente criado, independente do ambiente físico real. Essa sensação promove um sentimento de que você é parte do ambiente, de que está presente (SLATER, 1999).	
	IMERSÃO	FLUIDEZ	É um estado psicológico que permite a percepção de que se está envolvido em um ambiente, e o envolvimento é fluido (MÜTTERLEIN, 2018).
		ABSORÇÃO	É um estado psicológico que permite a percepção de que se está envolvido em um ambiente, e o envolvimento faz-se sentir absorvido pelo cenário (MÜTTERLEIN, 2018).
	INTERAÇÃO	“É a maneira com que o usuário se comunica com a aplicação, podendo esta comunicação ocorrer através de dispositivos ou de forma simbólica” (Schneiderman; Plaisant, 2004 apud KELNER; TEICHRIEB, 2007, p. 53).	
	SATISFAÇÃO	“1. Ato ou efeito de satisfazer(-se); 2. Sensação agradável que sentimos quando as coisas correm de acordo com nossa vontade; alegria, contentamento, prazer” (SATISFAÇÃO, 2021, n.p).	

Fonte: O autor.

O estabelecimento das categorias acima levou ao cumprimento do segundo objetivo específico, cujas informações contribuíram para a elaboração da pesquisa de campo realizada.

4.1.3 A pesquisa de campo do tipo experimental

Para a realização dessa pesquisa, foi coletado um trecho de uma missão de combate aéreo visual do tipo 2x1, constituídas por aeronaves F-5M, em que duas

aeronaves amigas eram engajadas por um oponente, em aproveitamento do treinamento corrente do 1GAVCA. Para isso, utilizou-se uma câmera de vídeo com captura 360° acoplada ao *canopy*, internamente à aeronave.

Em seguida, o vídeo foi editado por meio do aplicativo Insta360 *Studio* 2021 (versão 3.6.6), finalizando-se em formato mp4, H.265, com duração de 1min e 28s. Foram gerados dois arquivos, sendo um no formato de resolução de 1080p, ratio 2.35:1, para uso na projeção em tela, e outro no formato de resolução 5,7K, 360°, para uso com HMD.

A projeção em tela foi realizada por um projetor da marca Optoma, modelo HD39Darbee de 1080p e 3500 lúmens, em uma tela de alto contraste de 100pol, marca Excelvan, de ganho 1,2, posicionada à frente da nacele do treinador do F-5M. O posicionamento do projetor permitiu uma projeção de 85pol na tela. O HMD utilizado foi o modelo Oculus Go, da marca Oculus. A reprodução deu-se por meio do aplicativo gratuito Skybox VR (versão 1.0.0), instalado no próprio HMD. O áudio foi reproduzido por meio de caixa acústica *stereo* da marca JBL, modelo Xtreme.

O quadro 2 apresenta a relação dos equipamentos e suas características utilizados para construir o ambiente de voo virtual da pesquisa.

Quadro 2 – Dados dos equipamentos empregados na pesquisa.

Equipamento	Marca	modelo	Outras características
Projetor	Optoma	HD39Darbee	Full HD, 3500 lúmens
Tela	Excelvan	100 polegadas	ganho 1,2
Áudio	JBL	JBL Xtreme	50W RMS
Nacele de aeronave	Elbit	F-5M	ALA 12
HMD	Oculus	Oculus Go	64Gb
Gravação de vídeo	Insta360	Insta360 One X	5.7K
Edição vídeo	Insta360	Insta360 Studio 2021	Versão 3.6.6
Software VR	Skybox VR		Versão 1.0.0

Fonte: O autor.

A estrutura foi montada nas instalações do treinador do F-5M da ALA 12, em Santa Cruz-RJ. Cada piloto do 1GAVCA recebeu uma orientação prévia acerca do objetivo da pesquisa e dos procedimentos adotados na conduta do experimento. Em seguida, o piloto participante da pesquisa sentou-se na nacele do treinador e foi exposto aos dois tipos de ambientes virtuais.

Primeiramente, o piloto foi submetido à projeção em tela, visando a construir sua primeira base de percepção. Na sequência, o mesmo piloto foi submetido ao HMD, adquirindo a sua segunda base de percepção. Essa proximidade na execução

das duas experiências contribuiu para a identificação das diferenças entre elas.

A figura 2 apresenta dois momentos da aplicação do experimento. À esquerda da imagem, é possível visualizar o piloto sendo exposto à VR do tipo projeção em tela. À direita, é possível visualizar o mesmo piloto sendo exposto à VR do tipo HMD.

Figura 2 – Piloto durante experimento de realidade virtual.



Fonte: O autor.

A aplicação do experimento foi realizada, permitindo com que os pilotos construíssem uma comparação analítica dos dois tipos de realidade virtual, atingindo-se o terceiro objetivo específico. Ferrater Mora (2004 apud Amatuzzi, 2007) reforça que a experiência consiste em apreender uma realidade. Nesse caso, essa experiência virtual serviu de subsídios para a realização da pesquisa de campo.

4.1.4 A pesquisa de campo do tipo questionário

Uma vez que o piloto participante da pesquisa foi submetido ao experimento descrito no item anterior, um questionário foi aplicado imediatamente após, com vistas a verificar a percepção identificada pelo participante nos dois ambientes a que foi exposto.

Dos dezessete pilotos constituintes da população em pesquisa, dezesseis responderam, representando uma amostra de 94,12%. Os parâmetros mínimos adotados para a pesquisa foram grau de confiança de 90% e margem de erro de 5%. A pesquisa atingiu 95% de grau de confiança com 5% de margem de erro, superando a amostra inicialmente proposta. Os dados obtidos foram tabulados e encontram-se disponíveis no apêndice B.

Com os dados tabulados, necessitou-se verificar a consistência interna do questionário por meio do alfa (α) de Cronbach. Apesar de o questionário original já ter

sido validado anteriormente pela mesma ferramenta de verificação, este pesquisador avaliou ser necessário a realização de nova verificação para validação. A consistência interna, também chamada de grau de confiabilidade, seguiu a classificação representada na tabela 1.

Tabela 1 – Confiabilidade do α de Cronbach.

Valor do Alfa	Confiabilidade
Maior que 0,90	Excelente
0,80 a 0,90	Bom
0,70 a 0,79	Aceitável
0,60 a 0,69	Questionável
0,50 a 0,59	Pobre
menor que 0,50	Inaceitável

Fonte: George e Mallery (2003 apud Borges, 2016, p. 13).

A análise dos dados apresentou α igual a 0,983, conforme apresentado na tabela 2. Dessa forma, a consistência interna do questionário adaptado pelo pesquisador encontra-se na faixa excelente. O valor proposto aceitável de confiabilidade de um questionário deve ficar acima de 0,70. Qualquer valor abaixo disso indica que se deveria analisar a remoção de questão por questão para fins de verificação de confiabilidade da pesquisa, o que foi descartado pela faixa atingida.

Tabela 2 – Confiabilidade do α de Cronbach por categoria de avaliação

Pesquisa		Média	dp	α de Cronbach
		4,44	1,97	0,983
Categoria	Questão	Média	dp	α de Cronbach
Telepresença	TP1	4,59	2,50	0,979
	TP2	4,13	2,64	
	TP3	4,28	2,62	
	TP4	4,41	2,70	
Fluidez da imersão	FL1	5,31	1,94	0,847
	FL2	4,91	2,33	
	FL3	4,44	2,54	
Absorção da imersão	AB1	4,88	2,09	0,951
	AB2	5,28	2,04	
	AB3	4,69	2,24	
Interação	IT1	4,19	2,49	0,977
	IT2	3,94	2,66	
	IT3	3,84	2,24	
Satisfação	SA1	4,13	0,94	0,975
	SA2	4,09	1,00	
	SA3	3,97	1,00	

Fonte: O autor.

Em seguida, verificou-se o tipo de distribuição dos dados coletados. Utilizou-se o teste Shapiro-Wilk para normalidade. Os valores encontrados foram: estatística = 0,907 e $p < 0,001$. Nesse teste, quando $p \leq 0,05$, infere-se que a distribuição dos dados amostrais é do tipo normal.

O tratamento dos dados coletados pela pesquisa de campo permitiram cumprir

com o quarto objetivo específico. Dessa forma, foi possível seguir adiante para uma análise mais aprofundada, com o intuito de se responder ao objetivo geral.

4.2 Análise dos resultados

O processo de análise foi delineado de maneira que, a partir de uma visão holística, se pudesse chegar à verificação das hipóteses e solução de pesquisa. Inicialmente, calculou-se o *Ranking* Médio das categorias de percepção, conforme organizado e apresentado na tabela 3.

Tabela 3 – Cálculo de RM das categorias da percepção.

Categoria	Telepresença				Fluidez da Imersão			Absorção da Imersão			Iteratividade			Satisfação		
	TP1	TP2	TP3	TP4	FL1	FL2	FL3	AB1	AB2	AB3	IT1	IT2	IT3	SA1	SA2	SA3
Questão	TP1	TP2	TP3	TP4	FL1	FL2	FL3	AB1	AB2	AB3	IT1	IT2	IT3	SA1	SA2	SA3
RM PROJ	2,56	1,69	1,94	1,88	4,06	3,06	2,31	3,13	3,63	2,75	1,94	1,50	1,94	3,25	3,19	3,06
RM HMD	6,4	6,6	6,7	6,9	6,4	6,6	6,6	6,5	6,9	6,5	6,3	6,6	6	5	5	4,8

Fonte: O autor.

Nota: PROJ – Projeção em tela.

A fim de se obter o valor final das categorias, calculou-se a média aritmética dos respectivos RM encontrados. Como previamente comentado, as escalas da TP, FL, AB e IT foram contruídas com sete pontos, enquanto que a de SA foi de cinco pontos. Para dar equivalência às escalas, o valor RM obtido de SA foi ajustado utilizando-se o critério de proporcionalidade à escala de sete pontos, de tal modo que o RM resultante final das categorias seguiu conforme apresentado na tabela 4 para futura aplicação do teste t-pareado na verificação de hipóteses.

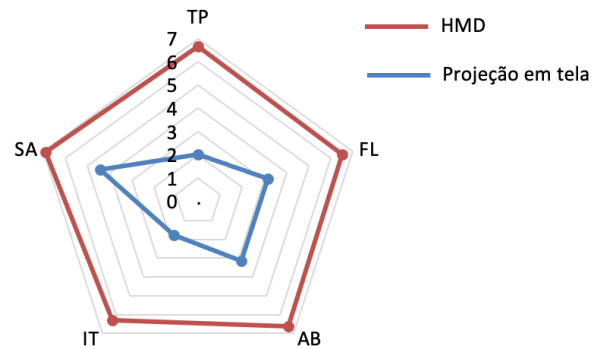
Tabela 4 – *Ranking* Médio das categorias.

Categoria	Projektor	HMD
TP	2,02	6,65
FL	3,15	6,53
AB	3,17	6,63
IT	1,79	6,30
SA	4,43	6,91
Média	2,91	6,61

Fonte: O autor.

O gráfico 1, elaborado a partir dos valores constantes da tabela 4, representa bem o comportamento das percepções no âmbito de cada categoria. Os pontos indicados no gráfico sinalizam o RM ajustado obtido pela amostra. A interpretação ocorre conforme o posicionamento dos dados. Quanto mais externo estiver localizado o ponto, maior será a representação da percepção pelo piloto no tipo de VR experimentado. A visualização proporcionada por esse gráfico já apresentou indícios da existência de diferenças na percepção.

Gráfico 1 – Gráfico radar das categorias de percepção cognitiva.



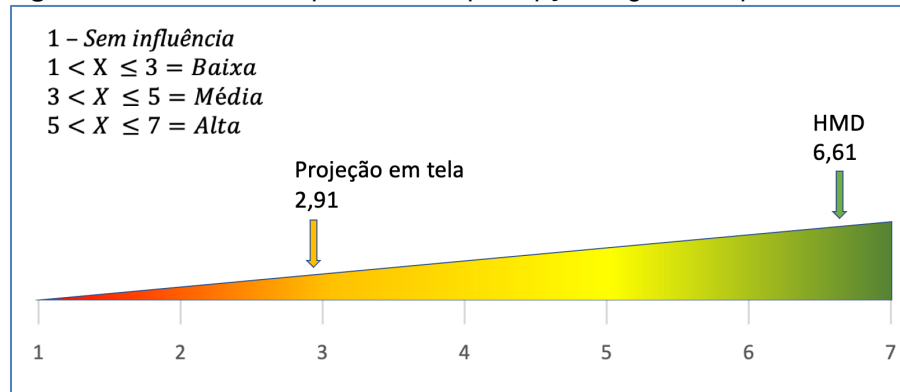
Fonte: O autor.

A próxima etapa consistiu na validação das hipóteses H_0 e H_1 , descritas no início da pesquisa. Dessa forma, aplicou-se o teste paramétrico, do tipo t-pareado, sendo este o melhor teste para comparação de médias, conforme as características já citadas desta pesquisa. Os próprios valores de média calculados já denotam certa diferenciação entre si. Apesar de ser possível a identificação de diferença entre as médias obtidas para projeção em tela e HMD ($\Delta = 3,7$), necessitou-se verificar se essa diferença era estatisticamente significativa.

De acordo com o tratamento analítico aplicado, o teste t-pareado obteve como resultado: estatística $t = -32,5$, $df = 255$ e $p = 0,031$. Alvarenga (2018, n.p) destaca que “se esse valor [p] for menor que 5% ($p < 0.05$), a tradição científica é de rejeitarmos a hipótese de que as diferenças sejam por acaso (rejeitamos a hipótese nula) e alegamos termos encontrado uma diferença estatisticamente significativa”. Com esses dados, a H_0 foi refutada, e a hipótese alternativa (H_1) foi considerada, com uma significância de 3,1%. A verificação das hipóteses permitiu seguir com a etapa final da análise: a verificação das medidas de influência de cada tipo de realidade virtual.

Aplicando-se os valores médios calculados (tabela 4) na escala de percepção estabelecida previamente na figura 1, verificou-se que a realidade virtual do tipo projeção em tela exerce baixa influência na percepção, enquanto que a realidade virtual do tipo HMD exerce alta influência, conforme disposto na figura 3.

Figura 3 – Influência do tipo de VR na percepção cognitiva experimentada.



Fonte: O autor.

Dessa forma, com as evidências apresentadas durante a análise perpassada, o objetivo geral da pesquisa foi atingindo. Foi possível inferir que diferentes tipos de realidade virtual atuam diferentemente na percepção cognitiva na tomada de decisão dos pilotos de caça do 1GAVCA, em missões de combate aéreo visual, a uma significância de 3,1%. Somou-se a isso a identificação da medida dessa influência, atribuindo-se baixa influência para projeção em tela ($\bar{x} = 2,91$) e alta influência para HMD ($\bar{x} = 6,61$). A correta exploração dessa influência apresenta evidências suficientes para o fortalecimento dos mecanismos que atuam na construção da intuição no cérebro do piloto, fenômeno este inevitável em missões de combate aéreo visual.

O resultado obtido nessa pesquisa, se bem compreendido, pode contribuir sobremaneira para a tomada de decisão em missões de combate aéreo. O entendimento correto de como os tipos de realidade virtual atuam no preparo operacional permitirá potencializar o emprego das aeronaves como plataforma d'armas. Alinhado com isso, Stauffer (2007 apud Andriotti, 2009, p. 47) foi bem oportuno para este trabalho ao citar:

O fato de o ambiente ser extremamente dinâmico e das decisões serem tomadas num ritmo cada vez mais acelerado, a intuição acaba ganhando um espaço de destaque. Assim, é necessário que o gestor [piloto] esteja atento a como melhor aproveitar essa característica, como estimulá-la, desenvolver e adquirir uma confiança maior em si mesmo, e também nos sinais que o corpo recebe advindos de sua intuição.

5 CONCLUSÃO

A presente pesquisa abordou os principais aspectos que envolvem o uso da realidade virtual e os mecanismos inerentes à percepção cognitiva no processo de

tomada de decisão em missões de combate aéreo visual, sendo a intuição um fenômeno mais voltado para uma habilidade que pode ser treinada.

Inicialmente, verificou-se algumas evidências que sugeriram lacunas no treinamento de missão de combate aéreo, decorrente de limitações do atual sistema de simulação de voo. Também foi abordada a evolução de pesquisas acerca da realidade virtual como contribuinte inovador na percepção cognitiva. Os fatos levaram à formulação do objetivo da pesquisa: identificar em que medida o tipo de realidade virtual influencia a percepção cognitiva na tomada de decisão dos pilotos do 1GAVCA, em missões de combate aéreo visual. Para dar seguimento, foram estabelecidas duas hipóteses: a hipótese nula (H_0) – não existe diferença significativa de influência entre os tipos de realidade virtual na percepção cognitiva na tomada de decisão dos pilotos do 1GAVCA, em missões de combate aéreo visual e a hipótese alternativa (H_1) – existe diferença significativa de influência entre os tipos de realidade virtual na percepção cognitiva na tomada de decisão dos pilotos do 1GAVCA, em missões de combate aéreo visual.

Em seguida, foi explorada a fundamentação teórica que norteou a construção da pesquisa. O entendimento dado à Tomada De Decisão Da Primeira Opção Identificada abordada por Klein (1998) foi fundamental para identificar o combate aéreo visual como ambiente propício a esse tipo de decisão. Sua abordagem afirma que, sob condições de estresse, onde o fator tempo é um forte interveniente, nem sempre é possível conseguir a melhor opção, mas sim a primeira que possa ser aplicável. O sucesso dessa primeira opção pode ser fortalecido pelo treinamento da intuição.

Em complemento, buscou-se aprofundar o entendimento de diversos autores acerca da Neurociência Cognitiva, mais precisamente em como os estímulos sensoriais influenciam a percepção cognitiva no fortalecimento da intuição.

Na sequência, o delineamento metodológico foi apresentado. Nessa seção, foi abordada a dinâmica do trabalho executado; a definição dos quatro objetivos específicos e os meios para atingi-los; as técnicas e os instrumentos utilizados para a coleta de dados; o tratamento estatístico aplicado aos dados coletados e, ao final, a apresentação das limitações identificadas na pesquisa.

Já na seção de análise, a pesquisa bibliográfica sobre a realidade virtual permitiu a definição de dois tipos para a pesquisa: projeção em tela e HMD. A pesquisa bibliográfica referente à cognição na tomada de decisão dos pilotos de caça, no

contexto do combate aéreo visual, estabeleceu cinco categorias de percepção cognitiva quando em ambiente de realidade virtual: telepresença, fluidez da imersão, absorção da imersão, interação e satisfação.

Com esses parâmetros estabelecidos, aplicou-se uma pesquisa experimental, submetendo as amostras de pilotos do 1GAVCA aos dois tipos de ambiente virtual, no âmbito do treinador do F-5M. O mesmo piloto submetido aos dois tipos de experimento caracterizou a amostra como tipo pareada.

Em seguida, foi aplicado uma pesquisa de campo, por meio de questionário, aos pilotos. Participaram 16 do total de 17 pilotos que compunham o quadro de tripulantes do 1GAVCA em 2021, atribuindo 95% de grau de confiança, com 5% de margem de erro. Com os dados tabulados, calculou-se o alfa de Cronbach, atribuindo grau de consistência interna das respostas como excelente. Inferiu-se o tipo de distribuição da amostra, por meio do teste de Shapiro-Wilk, como normal, com significância menor que 0,1%.

Os dados foram tratados por meio de *Ranking* Médio e média aritmética, de modo que foi possível a aplicação do teste de t-pareado para verificação das hipóteses. O teste refutou a hipótese nula com significância de 3,1%, assumindo que existe diferença significativa de influência entre os tipos de realidade virtual na percepção cognitiva na tomada de decisão dos pilotos do 1GAVCA, em missões de combate aéreo visual (hipótese alternativa H_1).

Por fim, o objetivo da pesquisa foi alcançado por meio da análise qualitativa-quantitativa dos valores calculados da percepção nos tipos de realidade virtual, atribuindo-se baixa influência para projeção em tela e alta influência para HMD na percepção cognitiva na tomada de decisão dos pilotos de caça do 1GAVCA, em missões de combate aéreo visual.

A principal contribuição dessa pesquisa está no fornecimento de subsídios qualitativos e quantitativos referentes ao uso da realidade virtual na atividade aérea, no âmbito da Força Aérea Brasileira. O pioneirismo da pesquisa pode fomentar o aprofundamento de outras pesquisas, uma vez que diversos sistemas de realidade virtual estão sendo implantados na Academia da Força Aérea, por exemplo.

Sugere-se que as categorias aplicadas na pesquisa sejam estendidas e exploradas por outras unidades aéreas ou unidades operacionais que utilizem algum tipo de realidade virtual, para futuras pesquisas. A análise desses dados, de forma integrada, pode nortear o preparo e emprego da FAB para novos rumos.

Duas limitações foram identificadas na pesquisa. A primeira refere-se ao fato de que o nível de experiência do piloto na aeronave ou no tipo de missão pode ter influenciado nas respostas da pesquisa, uma vez que os experientes tendem a explorar mais a cena vivenciada. A segunda é que a pesquisa explorou apenas a visão como variante, enquanto que os outros sentidos estiveram sob o mesmo estímulo nos dois ambientes. A influência de estímulos por meio de outros sentidos pode afetar a percepção e, provavelmente, o resultado da pesquisa.

REFERÊNCIAS

- A ESCOLHA do melhor teste estatístico para estudos clínicos. Aula com prof. Heitor M. Honório [S. l.: s. n.], 2020. 1 vídeo (132 min). Publicado pelo Canal Pesquise. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Hx1-UHfp5Oc>. Acesso em: 30 abr. 2021.
- ALVARENGA, Henrique. **Teste t de Student no R**. 2018. Disponível em: http://rstudio-pubs-static.s3.amazonaws.com/408638_6679293d4c7a415eaebe00faa3aea0cb.html. Acesso em: 10 jul. 2021.
- AMATUZZI, Mauro M. Experiência: um termo chave para a Psicologia. *In*. **Memorandum**, 13, 2007, Belo Horizonte. Campinas: PUC, 2007. Disponível em: <http://www.fafich.ufmg.br/~memorandum/a13/01Amatuzzi.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2021.
- ANDRIOTTI, F. Kuhn. **A Intuição no Processo de Tomada de Decisão Instantânea**. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Administração, UFRGS, Porto Alegre, RS, 2009. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/37819/000823757.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 9 de jul. de 2021.
- BORGES, Luiz A. A. P. **O Curso de Especialização Operacional da Aviação de Caça: uma análise curricular**. 2016. Artigo Científico (Curso de Comando e Estado-Maior) – Escola de Comando e Estado Maior da Aeronáutica, Universidade da Força Aérea, Rio de Janeiro, 2016.
- BRANQUINHO-SILVA, Aline. **Neurociência e aprendizagem: Compreender o cérebro para aprender mais e melhor**. Brasília: 2016. *E-book*. Disponível em: <https://read.amazon.com/?asin=B01LY2NKBA>. Acesso em 20 abr. 2021.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Estado-Maior da Aeronáutica. Portaria nº 2.102/GC3, de 18 de dezembro de 2018. Aprova a reedição do Plano Estratégico Militar da Aeronáutica 2018 - 2027 (PCA 11-47). **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Brasília, DF, n. 222, f. 767, 20 dez. 2018.
- BRIAN, Geoff. **Aerial Combat Manoeuvre Identification - A Feasibility Study of an Intelligent Decision Support System**. [1999]. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.132.7736>. Acesso em 30 abr. 2021.
- CARDOSO, Alexandre; JÚNIOR, Edgard Lamounier. A Realidade Virtual na Educação e Treinamento. In R. Tori, C. Kirner, & R. Siscoutto (Eds.), **Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada** – Livro do Pré-Simpósio VIII Symposium on Virtual Reality (p. 304-312), Belém, PA, Brasil, 02 de maio de 2006. Disponível em: https://pcs.usp.br/interlab/wp-content/uploads/sites/21/2018/01/Fundamentos_e_Tecnologia_de_Realidade_Virtual_e_Aumentada-v22-11-06.pdf. Acesso em: 18 abr. 2021.

CLAUSEWITZ, Carl Von. **Da Guerra**. Trad. para o inglês, Michael Howard e Peter Paret. Trad. do inglês para o português, CMG (RRm) Luiz Carlos Nascimento e Silva do Valle. Rio de Janeiro, 1984. 857p. Título original: Von Kriege. Disponível em: <http://cead.unifa.aer.mil.br/ecemar/ava/mod/folder/view.php?id=2311>. Acesso em: 10 mar. 2021.

DA SILVA, Adilane Ribeiro. **Qual o melhor teste para a comparação de médias?** 31 mar. 2020. Disponível em: <https://operdata.com.br/blog/qual-o-melhor-teste-para-a-comparacao-de-medias/>. Acesso em 2 jul. 2021.

EUA. United States Air Force. **414th Combat Training Squadron "Red Flag"**. Nellis AFB -NV: Nellis Air Force Base, 2012. Disponível em: <https://www.nellis.af.mil/About/Fact-Sheets/Display/Article/284176/414th-combat-training-squadron-red-flag/>. Acesso em: 10 abr. 2021

GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. ed. 7. reimpr. São Paulo: Atlas, 2002. Disponível em: http://www.uece.br/nucleodelinguasitaperi/dmdocuments/gil_como_elaborar_projeto_de_pesquisa.pdf. Acesso em: 10 mar. 2021.

GONÇALVES, Jonas Loiola *et al.* A neurociência e sua contribuição para a aprendizagem. Congresso Nacional de Educação, 6, 2019, Fortaleza. **Anais [...]**. Fortaleza: CONEDU, 2019. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/ebooks/conedu/2019/ebook2/PROPOSTA_EV127_MD4_ID11892_23082019000610.pdf. Acesso em 6 jul. 2021.

HOSPITAL SANTA MÔNICA. **Ciências Cognitivas: entenda como funcionam e sua importância**. 2019. Disponível em: <https://hospitalsantamonica.com.br/ciencias-cognitivas-entenda-como-funcionam-e-sua-importancia/>. Acesso em: 10 jul. 2021.

KELNER, Judith; TEICHRIB, Veronica. Técnicas de Interação para Ambientes de Realidade Virtual e Aumentada. In C. Kirner, & R. Siscoutto (Eds.), **Realidade virtual e aumentada: conceitos, projeto e aplicações** – Livro do Pré-Simpósio IX Symposium on Virtual and Augmented Reality (p. 52-70), Petrópolis – RJ, 28 de Maio de 2007. Disponível em: http://www.de.ufpb.br/~labteve/publi/2007_svrps.pdf. Acesso em: 10 jul. 2021.

KIRNER, Claudio; TORI, Romero. Fundamentos de Realidade Virtual. In R. Tori, C. Kirner, & R. Siscoutto (Eds.), **Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada** – Livro do Pré-Simpósio VIII Symposium on Virtual Reality (p. 2-21), Belém, PA, Brasil, 02 de maio de 2006. Disponível em: https://pcs.usp.br/interlab/wp-content/uploads/sites/21/2018/01/Fundamentos_e_Tecnologia_de_Realidade_Virtual_e_Aumentada-v22-11-06.pdf. Acesso em: 18 abr. 2021.

KLEIN, Gary. **Fontes do Poder: O Modo como as Pessoas Tomam Decisões**. Lisboa: Instituto Piaget, 1998.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003. Disponível em: http://docente.ifrn.edu.br/olivianeta/disciplinas/copy_of_historia-i/historia-ii/china-e

india/view. Acesso em: 10 mar. 2021.

MONTEIRO, Luís; RIBEIRO, Ana. **A indução afetiva em cenários de realidade virtual**: avaliação da sensação de presença. Rio de Janeiro, v. 27, n. 1, p. 139-160, 2015. Disponível em:

http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-56652015000100008&lng=pt&nrm=iso. acesso em 10 jul. 2021.

MULUKOM, Valerie Van. **A ciência por trás da intuição** - e como ela pode nos ajudar a tomar decisões. 2018. Disponível em:

<https://www.terra.com.br/noticias/ciencia/a-ciencia-por-tras-da-intuicao-e-como-ela-pode-nos-ajudar-a-tomar-decisoes,23855a1758d0ad5174919547ca9aaf23s4dgxpm2.html>. Acesso em: 30 abr. 2021.

MÜTTERLEIN, Joshka. The Three Pillars of Virtual Reality? Investigating the Roles of Immersion, Presence, and Interactivity. **Proceedings of the 51st Hawaii International Conference on System Sciences** (p. 1407-1415). Hawaii, USA, 03 a 06 de janeiro de 2018. ISBN: 978-0-9981331-1-9. Disponível em:

<https://core.ac.uk/download/pdf/143481013.pdf>. Acesso em: 05 jul. 2021.

OLSEN, John A. (ed.). **Routledge Handbook of Air Power**. New York: Routledge, 2018.

POHLENZ, V. Aquisição do conhecimento – fronteiras cognitivas: a linguagem no processo de aprendizagem com fundamento na neurociência. **Ágora : revista de divulgação científica**. [S. l.], v. 18, n. 2, p. 104–119, 2013. DOI:

10.24302/agora.v18i2.431. Disponível em:
<https://www.periodicos.unc.br/index.php/agora/article/view/431>. Acesso em: 10 jul. 2021.

SANTOS, Martha R. **O conhecimento de neurociência cognitiva e a valorização por professores de cursos de licenciatura da área de ciências da natureza**.

2018. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, PUCRS, Porto Alegre, RS, 2018. Disponível em:

<http://tede2.pucrs.br/tede2/handle/tede/8368>. Acesso em: 17 abr. 2021.

SATISFAÇÃO. *In*: MICHAELIS, Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa. [S.l.]: Editora Melhoramentos Ltda., 2021. Disponível em:

<https://michaelis.uol.com.br/busca?id=3wE12>. Acesso em: 10 jul. 2021.

SEVERO, Ivan R. M. **Levantamento do perfil motivacional de alunos, do ensino médio, de três escolas públicas da cidade de São Carlos/SP, na disciplina de Química**. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-Graduação em Química, USP, São Carlos, SP, 2014. Disponível em:

<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/75/75133/tde-16042015-111507/publico/IvanRodriguesMaranhaoSeveroDISSERTACAOREVISADA.pdf>. Acesso em: 29 jul. 2021.

SLATER, Mel. **Measuring Presence**: A Response to the Witmer and Singer

Presence Questionnaire. 1999. DOI:10.1162/105474699566477. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/2459738_Measuring_Presence_A_Response_to_the_Witmer_and_Singer_Presence_Questionnaire. Acesso em: 10 jul. 2021.

APÊNDICE A – Questionário.



UNIVERSIDADE DA FORÇA AÉREA



ESCOLA DE COMANDO E ESTADO-MAIOR DA AERONÁUTICA

Caro piloto,

Você foi convidado a participar voluntariamente de uma pesquisa experimental sobre o Tema Realidade Virtual e a tomada de decisão em missões de Combate Aéreo. Em continuidade ao experimento, este instrumento de pesquisa tem como objetivo identificar a percepção do piloto após ser submetido à experiência de Realidade Virtual.

Os dados obtidos serão analisados visando à confecção de um Artigo Científico realizado por este pesquisador durante o Curso de Comando e Estado-Maior 2021. O material coletado e produzido será de responsabilidade deste pesquisador, não representando qualquer posicionamento ou opinião da Força Aérea Brasileira ou de suas Organizações Militares.

Este questionário foi subdividido em 4 áreas temáticas a serem mensuradas: Telepresença, Imersão, Interatividade e Satisfação.

Não é necessário se identificar, e relembrando que sua opinião é de extrema importância para este trabalho.



Perguntas marcadas com * são obrigatórias.

Agora você irá ao questionário. Use as barras deslizantes (escala de 1 a 7) ou selecione o campo para representar a resposta que mais se aproxima da sua percepção. As respostas devem ser selecionadas para os dois tipos de Realidade Virtual (VR - *Virtual Reality*) experimentados.

Próxima questão

- * O conteúdo da VR criou um novo ambiente para mim, e este novo ambiente desapareceu de repente quando o conteúdo VR terminou.

	DISCORDO	CONCORDO
Projeção em tela	<input type="range"/>	
HMD	<input type="range"/>	

- * Não tive dificuldade em me concentrar.

	DISCORDO	CONCORDO
Projeção em tela	<input type="range"/>	
HMD	<input type="range"/>	

- * Não percebi o tempo passando.

	DISCORDO	CONCORDO
Projeção em tela	<input type="range"/>	
HMD	<input type="range"/>	

* O conteúdo VR me permitiu interagir com o mundo virtual.



* Satisfação



* Quando o conteúdo da VR terminou, senti-me como se voltasse ao "mundo real" depois de uma jornada.



* Minha mente estava completamente limpa de outros pensamentos.



* Eu estava totalmente atento ao que eu estava fazendo.



* Tive a sensação de que poderia alterar o mundo virtual do conteúdo VR.



* **Contentamento**



* **Enquanto estava usando o conteúdo da VR, esqueci do meu ambiente arredor.**



* **Os pensamentos e movimentos ocorreram normalmente conforme o cenário.**



* **Meus pensamentos foram completamente absorvidos pelo cenário.**



* **O conteúdo VR era interativo.**



* **Parecia mais que eu estava vivendo a cena do conteúdo da VR do que apenas visualizando-a.**



* Realização

	Muito frustrado	frustrado	normal	realizado	Muito realizado
Projeção em tela	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
HMD	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Concluir

APÊNDICE B – Dados coletados da amostra de pesquisa.

Projeção em tela																
Piloto	Questões															
	TP1	FL1	AB1	IT1	SA1	TP2	FL2	AB2	IT2	SA2	TP3	FL3	AB3	IT3	TP4	SA3
A	3	3	4	3	3	3	5	4	3	3	2	3	3	3	3	3
B	3	3	2	3	4	2	2	4	1	4	4	4	3	1	1	3
C	3	3	2	1	3	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	3
D	2	7	3	1	4	1	5	2	1	3	2	1	2	1	1	4
E	3	7	1	2	3	1	1	5	1	3	1	1	1	2	2	3
F	5	5	5	5	4	4	5	6	5	4	5	6	5	5	5	4
G	4	5	5	3	4	3	6	5	1	4	5	5	5	4	3	3
H	2	2	3	1	3	1	1	2	1	2	1	1	2	1	1	2
I	1	5	3	1	3	1	2	1	1	3	1	1	1	1	1	3
J	1	2	5	1	3	1	5	3	1	3	1	2	1	1	1	3
K	1	5	3	2	3	1	1	4	1	3	1	1	4	1	1	3
L	3	2	1	2	3	2	1	2	2	3	2	1	2	3	2	3
M	3	3	4	2	3	2	6	6	1	4	1	1	4	1	2	3
N	1	4	4	1	3	1	3	5	1	3	1	5	4	2	2	3
O	5	7	3	2	3	2	2	4	2	3	2	3	3	2	3	3
P	1	2	2	1	3	1	3	4	1	3	1	1	3	2	1	3

HMD																
Piloto	Questões															
	TP1	FL1	AB1	IT1	SA1	TP2	FL2	AB2	IT2	SA2	TP3	FL3	AB3	IT3	TP4	SA3
A	7	7	7	7	5	7	7	7	7	5	7	7	7	7	7	5
B	1	6	5	4	5	5	6	6	6	5	6	5	5	5	6	4
C	7	7	7	7	5	7	7	7	7	5	6	7	6	6	7	5
D	7	7	7	6	5	7	6	7	5	5	7	5	6	5	7	5
E	7	3	4	7	5	6	7	7	7	5	6	7	7	6	7	4
F	7	7	7	7	5	7	7	7	7	5	7	7	7	7	7	5
G	7	6	7	7	5	7	7	7	7	5	7	7	7	7	7	5
H	7	7	7	6	5	7	6	7	7	5	7	7	6	6	7	5
I	7	7	7	7	5	7	7	7	7	5	7	7	7	7	7	5
J	7	7	7	5	5	6	6	7	5	5	7	7	7	4	7	5
K	7	7	7	7	5	7	7	7	5	5	7	6	7	5	7	5
L	7	7	7	7	5	7	7	7	7	5	7	7	7	7	7	5
M	7	7	7	6	5	7	7	7	6	5	6	7	7	4	7	5
N	7	7	7	7	5	7	7	7	7	5	7	7	7	6	7	5
O	7	7	6	7	5	4	7	7	5	5	5	6	6	5	7	5
P	7	6	7	6	5	7	7	7	7	5	7	6	7	5	7	5

ANEXO A – Constructo original do questionário de Mütterlein.

Construct	
<i>Telepresence</i>	
TP1	The VR content created a new world for me, and this new world suddenly disappeared when the VR content ended.
TP2	When the VR content ended, I felt as if I returned to the "real world" after a journey.
TP3	I forgot about my immediate surroundings when I was using the VR content.
TP4	The VR content seemed to be "somewhere I visited" rather than "something I saw".
<i>Immersion – Fluency</i>	
FL1	I had no difficulty concentrating.
FL2	My mind was completely clear.
FL3	The right thoughts and movements occurred of their own accord.
<i>Immersion – Absorption</i>	
AB1	I didn't notice time passing.
AB2	I was totally absorbed in what I was doing.
AB3	I was completely lost in thought.
<i>Interactivity</i>	
IT1	The VR content allowed me to interact with the virtual world.
IT2	I had the feeling that I could influence the virtual world of the VR content.
IT3	The VR content was interactive.
<i>Satisfaction</i>	
SA1	Very dissatisfied—Very satisfied
SA2	Very displeased—Very pleased
SA3	Very frustrated—Very contented

Fonte: Mütterlein (2018, p. 1410).